

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 101 50 014 A 1

51 Int. Cl.⁷:
C 02 F 1/00
C 02 F 1/30
C 08 J 5/18
C 09 D 5/14
C 09 D 5/32

21 Aktenzeichen: 101 50 014.9
22 Anmeldetag: 11. 10. 2001
43 Offenlegungstag: 30. 4. 2003

DE 101 50 014 A 1

71 Anmelder:

Böhme, Mario, 64846 Groß-Zimmern, DE; Mayer,
Thomas, Dr., 64287 Darmstadt, DE

72 Erfinder:

gleich Anmelder

56 Entgegenhaltungen:

DE 199 63 649 A1
DE 197 57 496 A1

Heller, A.: Chemistry and Applications of Photo-
catalytic Oxidation of Thin Organic Films. In:
Acc. Chem. Res. 28, S. 503-508 (1995);

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Vorrichtung zur Entkeimung von Wasser

57 Technisches Problem der Erfindung = technische Auf-
gabe und Zielsetzung

Die Schwimm- und Badebeckenwässer von Bädern wer-
den während des Badebetriebes durch eine Vielzahl von
Substanzen, verunreinigt. Des weiteren besteht das Pro-
blem der Algenbildung insbesondere an schwer zugäng-
lichen Stellen. Übliche Verfahren zeigen Nachteile durch
die Verwendung oder Entstehung sehr aggressiver und
gesundheitsschädigender Stoffe. Der vorliegenden Erfin-
dung liegt die Aufgabe zugrunde, eine kostengünstige
und umweltfreundliche Vorrichtung zur Aufbereitung von
Betriebswässern in Bädern bereitzustellen, die es ermög-
licht den Einsatz von Desinfektionsmitteln zu verringern
oder ganz zu ersetzen.

Lösung des Problems bzw. der technischen Aufgabe

Die Aufgabe der Erfindung läßt sich lösen, in dem man
eine Vorrichtung vorsieht, dadurch gekennzeichnet, daß
diese einen Körper mit photokatalytischer Oberfläche auf-
weist und die natürliche Strahlung von der Sonne bezieht,
wobei der Körper mit photoaktiver Oberfläche möglichst
die gesamte Oberfläche des Beckens einnimmt.

Anwendungsgebiet

Die Betriebswässer von Schwimmbädern, die es zu reini-
gen gilt.

DE 101 50 014 A 1

Beschreibung - Stand der Technik

[0001] Die Entkeimung von Schwimm- und Badbeckenwasser ist eine wichtige Aufgabe.

[0002] Die Schwimm- und Badebeckenwässer von Bädern werden während des Badebetriebes durch eine Vielzahl von Substanzen, beispielsweise Sonnenöl, Kosmetika, Urin, Hautpartikel und Krankheitserregern wie Escherichia Coli, Syphilis und neuerdings auch Legionella pneumophila und anderen organischen und anorganischen, löslichen und unlöslichen Substanzen verunreinigt. Des weiteren besteht das Problem der Algenbildung insbesondere an schwer zugänglichen Stellen. Verfahren zur Aufbereitung von Beckenwässern beabsichtigen, eine gute, gleichbleibende Beschaffenheit des Beckenwassers in bezug auf Hygiene, Sicherheit und Ästhetik sicherzustellen, damit eine Schädigung der menschlichen Gesundheit nicht zu erwarten ist. Dabei ist auch das Wohlbefinden der Badegäste zum Beispiel durch Minimieren von Nebenreaktionsprodukten der Desinfektion zu berücksichtigen. Dies alles dient der Kultur der Gemeinschaft zu erhalten.

[0003] Zur Desinfektion werden Schwimm- und Badebeckenwässer gechlort oder gebromt, wobei die Folgereaktionen mit Brom denen des Chlors entsprechen. Als Nebenreaktion kommt es zur Chlorierung der im Beckenwasser enthaltenen organischen Substanzen. Manche dieser chlorierten organischen Verbindungen unterliegen weiteren Folgereaktionen, so daß in den Beckenwässern auch Chloramine, chlorierte Kohlenwasserstoffe, Trichlormethan und andere chlorierte organische Verbindungen enthalten sind. Diese chlorierten organischen Verbindungen können zu Reizungen oder gar Gesundheitsschäden der Badegäste führen: Beispielsweise ist das sich nach der Chlorierung von Harnstoff bildende Chloramin die Substanz, die Rötung der Augen, Hautreizungen, Chlorschnupfen und den "Chlor"-Geruch verursacht. Trihalogenierte Methane gelten darüber hinaus sogar als Kanzerogene.

[0004] Übliche Verfahren wie der erwähnte Zusatz von Chlor oder die Bestrahlung mit sehr kurzwelligem ultraviolettem Licht zeigen Nachteile durch die Verwendung oder Entstehung sehr aggressiver und ihrerseits gesundheitsschädigender Stoffe (Ozon).

[0005] Abgesehen von den möglichen gesundheitlichen Folgen des Einsatzes von halogenhaltigen Desinfektionsmitteln erweist sich dieser als ein nicht unerheblicher Kostenfaktor während des Betriebs eines Freizeitbades und ist auch aus Umweltgründen nicht wünschenswert, unter anderem deshalb, da auch die Herstellung dieser Chemikalien energieaufwendig ist und zusätzlich Umweltprobleme mit sich bringt.

[0006] Die Betriebswässer von Schwimmbädern, die es zu reinigen gilt, weisen eine Vielfalt von verschiedenen Salzen auf. Auch ist der pH-Wert der Schwimm- und Badebeckenwässer annähernd neutral, so daß nach bekannten Untersuchungen unter den für die Schwimm- und Badebeckenwässer von Bädern herrschenden Bedingungen eigentlich keine photokatalytische Oxidation der chlorierten Verbindungen auftreten dürfte. Um so erstaunlicher ist es, daß der Titandioxidkatalysator unter den für die Aufbereitung von Betriebswässern herrschenden Bedingungen überhaupt, und dann auch noch ohne Chemikalienzusatz, einsetzbar ist. Ein weiterer Vorteil des verwendeten TiO_2 -Katalysators besteht darin, daß er ungiftig ist und beispielsweise sogar in "Kaffeeweißern" oder Zahnpasta eingesetzt wird. Sollten infolge einer Betriebsstörung Katalysatorpartikel in das Badewasser gelangen, so wäre dies für die Badegäste gesundheitlich un-

bedenklich.

[0007] Erste Untersuchungen weisen darauf hin, daß es mittels der photokatalytischen Oxidation an Titandioxid sogar möglich ist, Bakterien, wie beispielsweise Escherichia Coli oder Legionella pneumophila durch Oxidation zu inaktivieren. Versuche zeigen, daß dies selbst bei heterotrophen Bakterien an Titandioxid möglich zu sein erscheint.

[0008] Durch die Nutzung ultravioletter Strahlung z. B. durch UV-Strahlung emittierende Lichtquellen oder einfallendes Sonnenlicht ist Photokatalyse an Titandioxid möglich. Die Photokatalyse – insbesondere am Titandioxid – ist recht gut untersucht, z. B. in:

[1] Y. Toshinobu, et. al.: Photoelectrochemical properties of TiO_2 coating films prepared using different solvents by the sol-gel method. Thin Solid Films 283 (1996) 188

[2] P. Sawunyama, et. al.: Photocatalysis on TiO_2 Surfaces Investigated by Atomic Force Microscopy: Photodegradation of Partial and Full Monolayers of Stearic Acid on TiO_2 . Langmuir 15 (1999) 3551

[3] A. Heller: Chemistry and Applications of Photocatalytic Oxidation of Thin Organic Films. Acc. Chem. Res., Vol. 28, No. 12 (1995) 503

[4] K. O'Shea, et. al.: The Influence of Mineralization Products on the Coagulation of TiO_2 Photocatalyst. Langmuir 15 (1999) 2071

[5] C. Paulus, et. al.: Auswirkungen einer Eisendotierung auf die photokatalytischen Eigenschaften von nanoskaligem Titandioxid. Universität des Saarlandes, FB Physikalische Chemie

[6] D. Thompson, et. al.: Sensitization of Nanocrystalline TiO_2 Initiated by Reductive Quenching of Molecular Excited States. Langmuir 15 (1999) 650

[7] D. Bahnemann: Photocatalytic Detoxification of Polluted Waters. The Handbook of Environmental Chemistry, Springer Verlag 1999, Volume 2, Part L, 285–351

[8] M. Lindner, D. Bahnemann, B. Hithe und Wolf-D. Griebler: Solare Wasserdessinfektion. The American Society of Mechanical Engineers 1995 (399)

[0009] Weiterhin ist bekannt, daß durch Dotierung des TiO_2 mit z. B. Eisen, die photokatalytisch aktive Wellenlänge variiert werden kann. Ebenso ist die Aktivierung der TiO_2 Oberfläche, z. B. mit Ruthenium bekannt, welche ebenfalls eine Variation der photokatalytisch aktiven Wellenlänge bewirkt. Häufig wird der Photokatalysator im Schwimmbeckenwasser, nicht aber direkt im Becken, sondern in einem separaten Reaktor suspendiert. Die Suspension ist sehr stabil. Ein erheblicher Aufwand muß dann für die Entfernung des Photokatalysators aufgebracht werden, so daß insgesamt nur ein wenig praktikabler Prozeß vorliegt. Entsprechend groß sind die Bemühungen, den Photokatalysator zu fixieren. Dafür existieren verschiedene Vorschläge und Verfahren.

[0010] Bei Titandioxid ist recht genau beschrieben welche Voraussetzungen erfüllt sein müssen, um wirksame Schichten herzustellen. Genannt wird in der Regel Anatas als wirksame Kristallform. Schichten in optischer Qualität lassen sich kostengünstig auf fast allen üblichen Oberflächen erzeugen. Geeignete Verfahren sind beispielsweise Sol-Gel-Verfahren oder Normaldruck-CVD-Verfahren (z. B. DE 100 01 565 A1, 2000 oder DE 199 62 055 A1, 1999).

[0011] Generell wurde aber festgestellt, daß ein in einem Reaktor fixierter Photokatalysator eine wesentlich schlechtere Wirkung aufweist. Dies liegt daran, daß die für die Entkeimung erforderliche, mit dem Wasser wechselwirkende, Fläche gering ist. Weiterhin werden die bisher bekannten katalytischen Systeme zur Beckenwasseraufbereitung mit einer UV Licht emittierenden Lichtquelle betrieben. Es ist bekannt, daß Lichtquellen einem gewissen Verschleiß unter-

liegen und für gewöhnlich im Laufe des Betriebes erneuert werden müssen. Abgesehen von diesen Wartungskosten, müssen diese Systeme zusätzlich mit Spannung versorgt werden. Neben den für die Spannung notwendigen Energiekosten, kann es bei einem Defekt der Abdichtungen und einem somit folgenden Strom/Wasser Kontakt durchaus zu gesundheitlichen Schäden für den Badenden kommen.

Aufgabe der Erfindung

[0012] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine kostengünstige und Umweltfreundliche Vorrichtung zur Aufbereitung von Betriebswässern in Bädern bereitzustellen, die es ermöglicht den Einsatz von Desinfektionsmitteln wie Chlor oder Brom zu verringern oder ganz zu ersetzen.

[0013] Ein Verzicht auf die Zugabe von halogenhaltigen Desinfektionsmitteln ist gemäß der Vorschrift DIN 19643 für öffentliche Bäder nicht zulässig, jedoch kann der Bedarf an diesen Chemikalien durch die vorliegende Erfindung drastisch reduziert werden. Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung wird durch eine Vorrichtung zur Entkeimung von Schwimmbeckenwasser gelöst, welche einen fixierten Photokatalysator und einen hohen Wirkungsgrad der photokatalytischen Zersetzung aufweist. Weiterhin kann auf eine UV Licht emittierende Lichtquelle und die hierfür benötigte Spannung verzichtet werden.

Darstellung der Erfindung

[0014] Der Erfindung liegt die Überlegung zugrunde, daß die Größe der Oberfläche die Gesamtwirkung der photokatalytischen Entkeimung direkt beeinflusst. Somit wird angestrebt, eine möglichst große belichtete Fläche, die mit dem zu entkeimenden Wasser in Kontakt steht, als Photoreaktor auszulegen.

[0015] Das Wesen und die Vorteile der Erfindung bestehen darin, daß

1. durch die große Oberfläche eine große photokatalytisch aktive Oberfläche geschaffen wird.
2. nahezu die gesamte Wassermenge im Laufe eines täglichen Filterzyklus an dem Körper vorbei strömt und somit alle im gesamten aufzubereitenden Volumen befindlichen Keime erfaßt werden.
3. die für Schwimmbecken übliche Veralgung an Ecken und Nähten der Schwimmbeckenauskleidung verhindert wird.
4. es möglich ist, die keimtötende Wirkung zu erreichen ohne daß eine mit Spannung zu versorgende, UV-Strahlung emittierende, Lichtquelle zum Einsatz kommt.
5. es möglich ist, teilweise oder ganz auf die Zugabe von Desinfektionsmitteln zu verzichten.
6. die Ausbleichung und die Zerstörung der Schwimmbeckenauskleidung durch Sonneneinstrahlung und Wasserdessinfektionsmittel unterbunden wird.

[0016] Die Aufgabe der Erfindung läßt sich lösen, in dem man eine Vorrichtung vorsieht, dadurch gekennzeichnet, daß diese die natürliche Strahlung von der Sonne bezieht und einen Körper mit photokatalytischer Oberfläche aufweist, wobei der Körper mit photoaktiver Oberfläche möglichst die gesamte Oberfläche des Beckens einnimmt.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Entkeimung von Wasser, dadurch

gekennzeichnet, daß es sich um eine hierfür modifizierte Schwimmbeckenauskleidung oder Beckenoberfläche handelt.

2. Vorrichtung zur Entkeimung von Wasser, nach dem vorherigen Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß die Beckenauskleidung in Form von Folien vorzugsweise aus Kunststoff, insbesondere aus PVC, PE oder PP, ausgeführt ist.

3. Vorrichtung zur Entkeimung von Wasser, nach dem vorherigen Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß sie in Form der Oberfläche von vorgeformten Becken, vorzugsweise aus Kunststoff, insbesondere aus PVC, PE oder PP, ausgeführt ist.

4. Vorrichtung zur Entkeimung von Wasser, nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberfläche der Becken oder Beckenauskleidung ganz oder teilweise photokatalytisch aktiv ist und bei Bestrahlung mit Licht keimtötend und biozid wirkt.

5. Vorrichtung zur Entkeimung von Wasser, nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das photokatalytische Material in Form einer Schicht auf die Beckenoberfläche oder Beckenauskleidung aufgebracht ist.

6. Vorrichtung zur Entkeimung von Wasser, nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Schichtdicke des photokatalytischen Materials von wenigen Nanometern bis einigen Mikrometern für die Funktion ausreichend ist.

7. Vorrichtung zur Entkeimung von Wasser, nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das photokatalytische Material in Partikelform dem Volumen des Folienmaterials oder der Beckenoberfläche beigemischt ist.

8. Vorrichtung zur Entkeimung von Wasser, nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das photokatalytische Material Titandioxid ist, welches ggfs. dotiert, oder aktiviert ist.

9. Vorrichtung zur Entkeimung von Wasser, nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das photokatalytische Material aus einem Gemisch aus Titandioxid mit anderen Oxiden oder Elementen besteht.

10. Vorrichtung zur Entkeimung von Wasser, nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die natürliche Sonnenstrahlung für die Funktion ausreichend ist.

- Leerseite -